Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Breslau.
(Direktor: Prof. Dr. med., Dr. med. dent. h. c. H. Euler)

Die anatomischen Grundlagen

für die

Anästhesierungsmethode des Nervus maxillaris durch das Foramen palatinum maius.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau
vorgelegt von

Wera Abratis.

1925

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.

Berichterstatter: Prof. Dr. Euler.

Meinem hochverehrten Lehrer,

Herrn Prof. Dr. med., Dr. med. dent. h. c. H. Euler

in Dankbarkeit zugeeignet.

Die Verfasserin.

LEBENSLAUF.

Am 2. Juli 1898 in Heilsberg in Ostpreußen geboren, preußischer Staatsangehörigkeit, besuchte ich in Niederlößnitz bei Dresden die Bürgerschule und in Dresden-N. die höhere Mädchenschule sowie die Städtische Studienanstalt (Realgymnasium), wo ich im Februar 1920 das Abitur bestand. Vom März desselben Jahres ab studierte ich an dem Zahnärztlichen Institut der Universität Breslau Zahnheilkunde. Nach einer Unterbrechung von drei Semestern nahm ich im Herbst 1924 mein Studium wieder auf und bestand im Mai 1925 das zahnärztliche Staatsexamen mit gut. Meine Approbation datiert vom 29. Juni 1925. Nach einem weiteren Studium von einem Semester in Breslau arbeite ich seit dem 15. Juli 1925 als Volontärassistentin am Zahnärztlichen Institut der Universität Breslau.

WERA ABRATIS.

Während Autoren wie Kantorowicz, Rattel und unter den neueren Sicher, Hoenig und Adrion, die die Leitungsanästhesie am Nervus maxillaris beschreiben, ihre Indikation sehr eng stellen und sie nur dann angewandt wissen wollen, wenn eine umfangreichere Operation die Ausschaltung einer ganzen Oberkieferhälfte erforderlich macht (also hauptsächlich für Anwendung in Kliniken bestimmt), oder wenn durch Eiterherde oder Entzündungsgebiete in der Mundhöhle kein anderer Weg zur Anästhesie mehr übrig bleibt, tritt Hubmann in seinen letzten Veröffentlichungen dafür ein, daß die Stammanästhesie im Oberkiefer, und zwar durch das Foramen palatinum maius in Zukunft die gegebene Methode bei der Extraktion oberer Molaren werde. Er gibt an, schon mehrere hundert Injektionen auf diese Weise gemacht zu haben und die damit erzielten Erfolge lassen ihn diese Methode auf das wärmste befürworten. Aber auch wenn man die Gefahr einer Infektion der Hirnhäute durch ein peinlich steriles Instrumentarium und durch gewissenhaft steriles Arbeiten ausschaltet, springen schon bei oberflächlicher Betrachtung der anatomischen Verhältnisse in diesem Schädelgebiet eine Reihe gefährlicher Momente ins Auge, die diesen Eingriff nicht als eine gefahrlose, alltäglich angewendete Methode vorzunehmen erlauben.

Schon Carrea (Buenos Aires) wies 1921 auf die Möglichkeit hin, durch das Foramen palatinum maius in die Fossa sphenopalatina vor das Foramen rotundum zu gelangen. Durch einen Fall von Periostitis am linken oberen dritten Molaren zu dieser Methode gezwungen, da die übrigen Wege nicht gangbar waren, berichtet er über den Erfolg dieses Eingriffes. Nach ihm und unabhängig von ihm beschäftigte sich Hofer in Wien 1922 näher mit diesem Weg, und er war es auch, der als erster an Schädeln Messungen über die Strecke Foramen pal.—For. rotundum vornahm und die Lage des Foramen palatinum für die praktische Ausführung der Injektionsmethode fest-

stellte. Bei seinen Messungen erhielt er ein Durchschnittsmaß von 3,5 cm für die Entfernung des Foramen palatinum vom Foramen rotundum. 1923 wurde diese Methode von Silverman in Amerika in das öffentliche Interesse gerückt, und Hubmann veröffentlichte seit 1924 in Deutschland mehrere Artikel über diese Injektionsart, von Fischer darin unterstützt und befürwortet. Sicher begnügt sich in seinem 1925 erschienenen Buch „Anatomie und Technik der Leitungsanästhesie in der Mundhöhle" nach einer sehr anschaulichen Beschreibung der betr. anatomischen Verhältnisse, die Technik Hofers wiederzugeben. Adrion und Hoenig geben aber außerdem noch das Ergebnis ihrer Messungen an 120 Schädeln und die Erfahrung von in ebensovielen Fällen am Patienten ausgeführten Injektionen wieder. Die mittlere Entfernung zwischen Foramen pal. maius und Foramen rotundum beträgt nach ihren Messungen 3,6 cm, wobei festgestellt wird, daß dieser Abstand individuell außerordentlich verschieden ist. Sie führen nunmehr eine 5 cm lange Kanüle 4,5 cm tief ein, während Hofer sich mit 4 cm begnügte. Die Lage des Foramen palatinum maius wird festgelegt medial vom letzten Molaren entgegen der Ansicht Hubmanns, nach der es über der Distalkante des letzten Molaren liegt. Die Richtung der Nadel betrachten sie als zwangsläufig durch den Kanal gegeben. Als störende Nebenerscheinungen werden Doppeltsehen, Hitzegefühl im Auge und Flimmern erwähnt, als Zeichen der Diffusion von Injektionsmaterial in die Augenhöhle. Schon Kantorowicz erwähnt diese Erscheinungen bei der Beschreibung der basalen Injektion auf extraoralem Wege. Während Adrion und Hoenig aus diesem Grunde die Indikation für Leitungsanästhesie am Foramen rotundum auf dem Wege durch das Foramen palatinum maius stark beschränken, kommt Hubmann durch seine am Patienten ausgeführten Versuche dazu, diese Methode schon bei Extraktionen oberer Molaren für indiziert zu halten und diese Leitungsanästhesie derjenigen im Unterkiefer gleichzustellen.

In der vorliegenden Arbeit habe ich es nun als meine Aufgabe betrachtet, die anatomischen Verhältnisse und ihre Variationsmöglichkeiten, die für die Leitungsanästhesie des Nervus maxillaris durch das Foramen palatinum maius in Betracht kommen, an einer größeren Anzahl von Schädeln zu beobachten, Messungen über bestimmte Strecken zu veranstalten und die daraus entspringenden Gesichtspunkte für die Injektionstechnik und die Indikationsstellung der Methode abzuleiten.

Zuerst möchte ich mich den Schädelmessungen und den dabei gemachten Erfahrungen zuwenden. Zur Beobachtung kamen im ganzen 360 Schädel, die zum allergrößten Teil der Sammlung der Breslauer Anatomie angehören. Ein kleiner Teil von ungefähr 65 Schädeln entstammt der Sammlung des hiesigen anthropologischen Instituts und der Rest von 16 Schädeln dem zahnärztlichen Institut. Gemessen wurden nur europäische Schädel, da diese ja für die Praxis der Anästhesie in erster Linie in Betracht kommen. Eine Unterscheidung nach Alter und Geschlecht konnte in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht mehr getroffen werden, doch handelt es sich bei allen Sammlungen um männliche und weibliche Schädel, die den verschiedensten Altersstufen angehören. Wo Zahnlosigkeit und starke Alveolaratrophie auf seniles Alter schließen ließen, habe ich dies besonders vermerkt und Vergleiche zwischen diesen Schädeln untereinander und den übrigen gezogen. Ungefähr 15 Schädel aus der anatomischen Sammlung gehörten nachweislich in das Alter 15—18 Jahre, 13 weitere gehörten 1½- bis 13jährigen an.

Noch einiges über die Art der Messungen und die Gesichtspunkte, die bei den Messungen mich leiteten:

Gemessen sind stets an einer Gesichtshälfte drei Strecken:

1. die Länge des Canalis pterygo-palatinus, d. h. also die Entfernung vom Foramen palatinum maius bis zum Heraustreten resp. Sichtbarwerden der Sonde aus dem Kanal.

2. die Entfernung von Foramen palatinum maius bis zur Mitte des Foramen rotundum;

3. die Entfernung vom Foramen palatinum maius bis zu dem dem Kanal gegenüberliegenden Punkt des Orbitaldaches.

Das Suchen nach konstanten Punkten, das bei Messungen, die Anspruch auf Objektivität erheben, unerläßlich ist, stieß hier auf erhebliche Schwierigkeiten. Denn diese Punkte mußten einmal so gelegen sein, daß sie 1. die beabsichtigten Messungen begrenzten, daß sie 2. erreichbar für die Meßgeräte lagen, damit die Genauigkeit der Messungen nicht in Frage gestellt wurde, und 3. daß diese Punkte in möglichst allen Fällen gesehen und damit bestimmt werden konnten. So ergab sich die Wahl dieser Punkte aus den praktischen Beobachtungen bei den Mes-

sungen. Da das Foramen palatinum maius in der Mehrzahl der Fälle eine trichterförmige Einziehung bildet, kam zunächst der Punkt des Foramens für die Messung in Betracht, der mit dem Processus horizontalis ossis palatini in gleicher Höhe lag. Die exakte Messung von diesem Punkte aus wurde aber in neun Zehnteln aller Fälle erschwert durch die mehr oder weniger hohe Crista des Processus pyramidalis, die nach hinten das Foramen begrenzt. So wurden die Messungen von der freien Kante dieser Crista vorgenommen, ganz gleich, ob diese mehrere Millimeter betrug, oder — wie bei senilen Schädeln — bis zum Niveau des Palatum durum atrophiert war. Statt des naheliegenderen oberen oder unteren Randes des Foramen rotundum wurde die Mitte desselben genommen, da bei sehr vielen Schädeln entweder der obere oder der untere Rand des Foramens unsichtbar blieb, aber sehr selten beide Ränder zugleich. So war der Mittelpunkt dieses kleinen sichtbaren Kreises oder Halbkreises immerhin leicht zu bestimmen und die Ungenauigkeit der Messungen blieb auf Bruchteile eines Millimeters beschränkt, statt mehrere Millimeter zu betragen, wie dies sonst der Fall gewesen wäre. Einen konstanten Punkt an dem Orbitaldach zu finden, war überflüssig, da die durch den Kanal zwangsmäßig geführte Sonde in jedem Fall einen anderen Endpunkt hatte. In den Fällen, wo die Sonde durch die Fissura orbitalis superior oder durch das Foramen opticum direkt in das Gehirn gelangte, wurde von der sonst üblichen Zahnführung der Sonde (d. h. parallel der Kronenachse der Molaren) abgesehen und diese rotiert, falls dies möglich war, bis ihre Spitze auf die Facies orbitalis des Ala parva ossis sphenoidalis aufstieß. Oder es wurde, falls dies nicht möglich war, das Ende der Sonde bis in die Höhe des medialen Randes der Fissura orbitalis superior geschoben und dann die Strecke gemessen.

Um die bei den einzelnen Individuen sehr verschiedene Weite des Canalis pterygo-palatinus und des Weges bis zum Dach der Orbita zu berücksichtigen, wurden zur Messung 4 Sonden von verschiedener Stärke benützt. Die Stärke der ersten Sonde betrug 1,6 mm, die der zweiten 1,2 mm, die der dritten 0,7 mm und die der vierten 0,3 mm. Durch die verschiedene Sondenstärke wurde die bestehende Variationsmöglichkeit noch offenkundiger. Zu beachten ist, daß diese Weitenmessung sich auf mazerierte Schädel bezieht, wo also außer der Sonde weder Gefäße noch Nerven im Kanal waren. Ein Unterschied ist auch dabei zu machen, ob die betr.

Stärke der Sonde durch den Kanal oder durch die Lage und Krümmung der dahinter liegenden Knochen bestimmt wird.

Ueber die Führung der Sonde ist noch zu sagen, daß zuerst stets die Führung parallel den Zahnkronen der oberen Molaren, falls solche vorhanden waren, ausgeführt wurde. Erst wenn diese sich durch die anatomische Verschiedenheit der den Weg begrenzenden Knochen unmöglich gezeigt hatte, wurde die Sonde in rotierender Richtung weiter geführt. Besonders typische und sich wiederholende Abweichungen wurden markiert. Sie werden weiter unten ausführlicher behandelt werden.

Die Maße für die Länge des Kanals lagen zwischen 7 und 25 mm. Die höchsten und niedrigsten Maße kommen sehr selten vor, häufiger dagegen die von 13—18 mm. Typisch für die Messungen der Kanallänge ist auch ein erheblicher Unterschied zwischen der rechten und linken Gesichtshälfte ein und desselben Individuums, die sich bis zu 5, 6, ja 7 mm steigern können.

Die Asymmetrie in der Längenmessung des Kanals kommt in einigen Fällen durch die Unübersichtlichkeit dieser Schädelpartie zustande. Denn meist wölbt sich entweder die hintere Wand des Tuber maxillae über das Kanalende in der Fossa sphenopalatina vor, oder die nach vorn gerichtete Leiste der lateralen Lamelle des Processus pterygoideus, die die hintere Begrenzung der Fossa bildet, tritt so nahe an das Tuber heran, daß ein Sichtbarwerden der Sonde überhaupt nicht oder erst sehr weit oben möglich ist. Ist die Asymmetrie der Kanallängen also um viel mehr als 3 mm auf der einen Seite stärker als auf der andern bei demselben Individuum, dann kann man mitunter annehmen, daß es sich bei dem betr. Individuum um eine Asymmetrie des gesamten gemessenen Bezirkes handelt (also die Strecke Foramen palatinum—Orbitaldach). Wenn nicht, kann die Unübersichtlichkeit an dem starken Unterschied schuld sein. Doch sind auch Fälle sehr häufig, wo das Ende des Kanals beiderseits vollkommen übersichtlich daliegt und doch eine starke Asymmetrie von 6—7 mm festgestellt werden konnte.

Die Kanalweite weist in über der Hälfte aller Fälle die Stärke I (1,6 mm) auf, nur in ganz vereinzelten Fällen ist sie nur für IV durchgängig. Häufig kann man die Beobachtung machen, daß diese Enge gerade bei sehr stark-

knochigen, schweren Schädeln auftritt, obwohl dies nicht als Regel zu betrachten ist.

MESSUNGEN DER STRECKE: FORAMEN PALAT.—FOR. ROT.

In der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle gelangt man mit der Sonde direkt vor das Foramen rotundum, doch machen die Abweichungen von dieser Regel einen verhältnismäßig großen Prozentsatz aus. In 5½ Fällen von 360 Schädeln war die Ausführung der Messung wegen Undurchgängigkeit des Kanals unmöglich. Die Maße für diese Entfernung liegen bei den Schädeln Erwachsener zwischen 27 und 41 mm, wobei die Zahlen unter 30 mm weniger vertreten sind, in ungefähr 4% aller Fälle. Auch von 40 mm ab treten sie ganz vereinzelt auf, ungefähr 2% der Fälle zahlenmäßig ausgedrückt. Am meisten also weit über 50%, sind die Zahlen 33—36 vertreten, 40% werden von den Zahlen 30—32 und 37—39 zu gleichen Teilen eingenommen. Man bekommt also einen Durchschnittswert von 35 mm für die Entfernung Foramen palatinum bis Foramen rotundum.

Erwies sich der Weg für die Sonde undurchgängig, dann liegt die Ursache hierzu in einigen wenigen Fällen in der Kanalenge begründet, in der weitaus größten Mehrzahl jedoch in der Richtung des Canalis pterygopalatinus und in der anatomischen Variationsmöglichkeit der Knochen, die den Weg der Sonde hinter dem Kanal begrenzen. Bekanntlich bilden die beiden Knochen, die die trichterförmige Fossa von vorn und hinten begrenzen, keine geraden, sondern mehr oder weniger gewölbte Linien. Und zwar wölbt sich besonders der rückwärtige Teil der Maxilla mit dem letzten Ausläufer der Highmorshöhle mitunter sehr stark in die Fossa vor. Andererseits weicht die vordere Fläche des Processus pterygoideus zwar nach hinten zurück, doch mitunter weniger stark als das Tuber sich verwölbt, so daß dann die vordringende Sonde von der Maxilla auf den Processus pterygoideus geführt wird, oft schon 1 cm unterhalb des Foramen rotundum. Die Fülle der Variationsmöglichkeiten, die durch das gegenseitige Verhalten der Kanalrichtung einerseits und der beiden Knochen andererseits zu einander bedingt wird, ist also sehr mannigfaltig.

Je feiner und federnder die Sonde, um so mehr war sie natürlich imstande, an dem Processus pter. nicht aufzustoßen, sondern entlang zu gleiten .Bedenkt man aber, daß die Sondenstärke IV (0,3 mm) unter jedem gebräuchlichen Kanülendurchmesser liegt und daß es sich um ma-

zerierte Schädel ohne jeden Inhalt an Nerven, Gefäßen, Periost usw. handelt, dann fallen ungefähr 12% der gesamten Messungen für die praktische Anwendung der Leitungsanästhesie fort, d. h. es ist bei 12% aller Fälle unmöglich, die Kanüle durch den Canalis pter.-pal. zu bringen.

Ein anderer Zwischenfall innerhalb dieser Strecke ist der, daß in einigen wenigen Fällen die hintere Wand des Tuber gewölbt und papierdünn war, und die Sonde also diese durchstieß, ohne daß ein starker Druck beim Einführen der Sonde angewendet worden wäre! Entweder verfing diese sich nun in dem hintersten Recessus des Antrums oder — falls die Wand des Tuber maxillae auch oberhalb papierdünn blieb — durchstieß zum zweiten Mal weiter oben die Wand, in der Fossa landend. Daß diese Möglichkeit nicht nur an mazerierten Schädeln besteht, zeigen weiter unten die Versuche an den Leichen.

Ein anderes Hindernis, mit der Sonde bis vor das Foramen rotundum zu dringen, liegt oft allein an der Richtung des Kanals, die durchaus nicht immer direkt auf das Foramen rotundum weist, sondern nach medial oder lateral abweichen kann. Die Sonde gelangt dann entweder einige Millimeter lateral vom Foramen rotundum, und in ganz ausgesprochenen Fällen gleitet sie auf die laterale Lamelle des Processus pterygoideus und befindet sich dann bereits außerhalb der Fossa. Da in ungefähr 16% aller Fälle dies Abgleiten auf die laterale Lamelle auch dann möglich ist, wenn die Führung der Sonde resp. Kanüle nicht parallel sondern in spitzem Winkel zu der Kronenrichtung der oberen Molaren erfolgt, was bei sehr weitem Kanal möglich ist, ist diese Kronenführung bei der Ausführung der Injektion wichtig.

Die andere Möglichkeit, daß die Richtung des Kanals medial vom Foramen rotundum hinführt, gewinnt besonders dann Bedeutung, wenn die Sonde direkt in jenen medialen Recessus der Fossa gelangt, in den der Canalis pterygoideus etwas unterhalb und medial von der Höhe des Foramen rotundum einmündet. Die nach vorn weisende Facies sphenopalatina des Processus pterygoideus, die meist eine plane Fläche darstellt, wulstet sich in diesen Fällen in der Mitte meist stark vor, von dem Hauptteil der Fossa auf diese Weise noch einen kleinen Recessus abteilend, in den der Canalis pterygoideus mündet. Dieser Wulst verhindert einerseits ein Vordringen der Sonde resp. Kanüle in lateralcranialer Richtung zu dem Foramen ro-

tundum, andererseits bei starker Ausprägung die direkte Ausbreitung des Injektionsdepots nach dem Hauptteil der Fossa und damit dem auszuschaltenden Nervenstamm. Die gesamte Injektionsmasse würde also in diesem Fall in erster Linie auf den Nervus canalis pterygoidei wirken und in der weiteren Ausdehnung erst vielleicht noch die Nervi alveolares superiores posteriores erfassen. Die mehr oder weniger starke mediale Abweichung, die für die Wirkung einer guten Anästhesie durch die Diffusionswirkung am Lebenden weniger hinderlich sich erweisen würde, war in 7% der Fälle zu verzeichnen. Eine laterale Abweichung, die den Erfolg der Anästhesie noch nicht in Frage zu stellen braucht, wurde bei 5% der Fälle beobachtet.

In einem einzigen Fall gelangte man mit der Sonde durch das Foramen rotundum direkt in die mittlere Schädelgrube. Hier war die Fortsetzung des Weges nicht die Orbita, sondern das Gehirn. Die Breite der Knochenspange über dem Foramen rotundum beträgt zwischen 2—3 mm, nie mehr. Sie ist die einzige Strecke, die zwischen Foramen rotundum und Orbita liegt.

Die Breite des Weges war, wie bereits festgestellt, bei 12% der Fälle die Sondenstärke IV, so daß dieser Prozentsatz für die Injektionsmöglichkeit ausschaltet. Am meisten vertreten sind die Stärken II und III, doch kommt I fast ebenso häufig vor. Die Weite kann auch hier bei ein und demselben Individuum auf beiden Seiten ganz verschieden sein. Es kommt nicht nur der Unterschied von einer Sondenstärke vor, wie er sehr häufig zu sein pflegt, sondern es gibt Fälle, wo der Weg rechts für die Sondenstärke I, links für die Sondenstärke IV durchgängig ist. Unterschiede von I zu III, und II zu IV sind nicht viel seltener als von I zu II usw. Der Durchmesser des Weges für die Sonde hinter dem Kanal ist nur in einigen Fällen kleiner geworden als wie er im Kanal war. In der größten Mehrzahl der Fälle ist keine Veränderung eingetreten, da die trichterförmige nach oben sich erweiternde Gestalt der Fossa der Sonde freien Weg sichert.

DIE MESSUNGEN DER STRECKE FORAMEN PALATINUM—ORBITALDACH.

Je höher hinauf man mit der Sonde zu dringen versucht, umsomehr häufen sich die Fälle, wo sie aufgehalten wird. Dies geschah bei der vorhergehenden Strecke in 5½ Fällen, hier sind es bereits 23½. Die Ursache liegt in diesen Fällen darin, daß die Facies orbitalis des Os sphenoidale mit ihrem unteren Rand sich weiter

medial vorlagert als gewöhnlich und so den Weg der Sonde kurz hinter dem Foramen rot. verlegt. Für die Ausübung der Leitungsanästhesie wäre dieser Umstand als sichere Regel ohne Ausnahme sehr wertvoll, da auf diese Weise ein gewisser Abschluß gegen die Orbita erzielt wird, in die man außer in diesen wenigen Fällen ohne Schwierigkeit hineingelangt.

Wichtig ist nun die Frage: Wie verläuft die Richtung der Sonde in der Orbita? Durch das innerste Drittel der Fissura orbitalis inferior auftauchend stößt sie in fast senkrechter Richtung auf die Facies orbitalis des Ala parva ossis sphenoidalis, mitten zwischen Foramen opticum und Fissura orbitalis superior. So ist es in der weitaus größeren Hälfte der Fälle. Die bestehende Variationsmöglichkeit läßt aber noch zwei andere Möglichkeiten zu. In ungefähr 30% aller Fälle gleitet die Sonde durch die Fissura orbitalis superior direkt in die mittlere Schädelgrube. In 8% der Fälle gelangt sie durch das Foramen opticum entweder in die mittlere Schädelgrube, oder sie sitzt auf dem oberen wulstigen Rand des Foramen opticum auf, aber doch immer mitten durch den Nervus opticus gehend.

Die Entfernung dieser größten Strecke beträgt zwischen 39 und 57 mm. Dabei treten die Maße 39—44 sehr wenig auf, ebenso die über 55. 45—51 mm sind am häufigsten, also weit über die Hälfte vertreten, 52—54 mm kommen etwas weniger vor.

Was die Breite des Sondenweges betrifft, so tritt hier wohl die Stärke IV etwas häufiger auf als im vorher gemessenen Abschnitt, ebenso III. Doch ist die Häufigkeit, mit der man auch noch mit Sondenstärke I in die mittlere Schädelgrube gelangen kann, größer, als man nach diesem langen und komplizierten Weg vermuten sollte.

Die Breite des Sondenweges in irgend welche Beziehung zu dem Aussehen des Schädels zu setzen, mißlang in allen Fällen. Eher konnte noch ein gewisser Schluß von der Höhe des Schädels auf die Größe der Entfernung der bestimmten Punkte von einander gezogen werden. Die Unterscheidung in schwere, derbe Schädel und grazile, leichte schien anfangs für die Bestimmung der Breite des Sondenweges insofern wichtig zu sein, als die großen, schweren Schädel meist für Sondenstärke I durchgängig waren, die grazilen mehr für Mittelgrößen. Aber auch dieses anfänglich übereinstimmende Verhalten verwischte sich mit der Zahl der vorgenommenen Messungen. Es tauchten schwere, große Schädel auf, die kaum für Son-

denstärke IV durchgängig waren, ebenso gab es eine Menge graziler Schädel, die für I sowohl wie nur für IV passierbar waren.

Noch einige Worte über die Verhältnisse bei senilen Schädeln. Ihre Maße gehen, was die mittlere Strecke (For. pal.—For. rot.) anbelangt, nicht über 30 bis 34 mm hinaus, halten sich also auf der Mitte, und zwar mehr nach 30 als 34 zu. Bei der Strecke For. pal.—Orbitaldach dagegen neigen die Maße mehr zu der höheren Zahl des Mittels, also 48 bis 51 mm. Eine gewisse Verminderung der Durchschnittsmaße mag durch die im früheren Abschnitt erwähnte Crista des Processus pyramidalis, die das For. pal. nach hinten begrenzt, bedingt sein; da sie im Alter eine dem Alveolarknochen ganz parallel verlaufende Atrophie zeigt.

Die (leider nur 13) beobachteten Kinderschädel im Alter von 1½ bis 12 Jahren zeigten eine dem Alter entsprechende Verminderung der Maße. Ein 1½jähriges Kind zeigte für die mittlere Strecke 19 mm, 5—7jährige 23 bis 26 mm, 10—12jährige bis 30 mm, also ist bei 12 Jahren der Wert, wie er bei Erwachsenen auftritt, erreicht. Interessant ist, daß die Strecke III (For. pal.—Orbitaldach) im Alter über 7 Jahre stärker zu wachsen scheint, als in den vorhergehenden Jahren, sofern man die Beobachtung an einer so geringen Zahl auf eine Allgemeinheit anwenden kann. Die Weite des ganzen Weges im Knochen ist erheblich geringer als die bei Erwachsenen. Sondenstärke II kommt sehr wenig, I garnicht, III häufiger und IV am häufigsten vor. Je jünger ein Individuum ist, um so unmöglicher wird also die Einführung einer Kanüle in den Kanal. Vom 12. Jahr ab scheint die Weite des Kanals sich der der Erwachsenen anzunähern, doch kommt es hierbei auf die allgemeine körperliche Veranlagung an, ob das Kind zurückgeblieben ist oder nicht.

Betrachtet man die Zahlenwerte der drei Streckenmessungen und vergleicht sie miteinander:
I: 7—25 mm II: 27—41 mm III: 39—57 mm
dann findet man, daß der höchste Wert von II in den untersten Wert von III hinübergeht. Da es sich aber bei allen drei Angaben um äußerste Werte handelt, so kann man wohl die Zahl 40 als Grenzwert annehmen, d. h. mit anderen Worten: Befindet sich eine Sonde resp. Kanüle 4 cm tief im Canalis pter. pal. am mazerierten Schädel, dann ist man bereits in vielen Fällen tief in die Orbita gelangt. Einen für alle Fälle einheitlichen Grenzwert kann man also für diese beiden Strecken nicht festsetzen, oder er müßte sehr willkürlich sein und

bei einer großen Anzahl von Fällen nicht stimmen. Bedenkt man den Umstand, daß zwischen For. rot. und Orbita nur eine 2 bis 3 mm starke Knochenspange die Grenze bildet, dann wird man sich über die reale Unmöglichkeit dieses Grenzwertes völlig klar. Für die Ausübung der Injektion bedeutet das aber einen Verzicht darauf, mit der Kanülenspitze bis vor das For. rot. und den hier austretenden Nerv gelangen zu können. Wollte man nicht darauf verzichten, so heißt das, das Injektionsdepot an eine Stelle zu verlegen, die man weder im Interesse des Patienten noch seines eigenen zu anästhesieren wünscht, also auf alle Fälle einen Kunstfehler. Es kann sich also nur um die Wahl eines Punktes handeln, der zwischen dem Ende der ersten Strecke und dem Anfang der zweiten Strecke liegt. Schon äußerlich endet die erste Strecke in ihrer größten Ausdehnungsmöglichkeit, bevor die geringste Ausdehnungsmöglichkeit der zweiten Strecke erreicht ist. D. h. also mit anderen Worten: Am mazerierten Schädel ist man bei 2,5 cm Tiefe auf alle Fälle mit der Kanülenspitze aus dem engen Canalis pter. pal. herausgelangt, und befindet sich entweder noch im ersten Drittel der Fossa oder einige mm vom For. rot. entfernt. Mit 3 cm dürfte man in vielen Fällen bereits im Stamm des Nervus maxillaris sich befinden, welche Möglichkeit bei 3,5 cm wohl noch mehr gegeben ist, aber auch zugleich damit in einigen Fällen das Vordringen über das For. rot. hinaus in die Orbita. Ist die Kanülenspitze wirklich innerhalb der Fossa und nicht auf die laterale Lamelle des Processus pter. abgeglitten, so müßte eine Einführung von 3 cm Tiefe (ohne Scheimhautüberzug!) meines Erachtens genügen, um eine vollständige Anästhesie des Nervenstammes und des Ganglion sphenopalatinum herbeizuführen, da die Kanüle bei sorgfältiger Führung fast in 90% der Fälle auf das For. rot. oder dessen nächste Nähe hinweist. Da die Ausbreitungsrichtung des Depots sicherlich auch von der Richtung des Injektionsstrahls abhängig ist, liegen in dieser Hinsicht die günstigsten Verhältnisse vor; obwohl man nun einwenden könnte, daß die Methode auf diese Weise zu einer indirekten geworden ist, wie z. B. bei der Leitungsanästhesie am Foramen infraorbitale. Ob dieser Umstand nicht aber noch dem der Möglichkeit des Eindringens in die Orbita vorzuziehen ist?

Nun ist durch Abzug der ersten Strecke von der zweiten leicht bei jedem einzelnen Individuum festzustellen, wieviel die Strecke For. rot.—Orbitaldach für sich allein beträgt. Die entstandenen Maße ergaben Strecken, die zwischen 10 und 20 mm lagen, so daß diese Grenzwerte

zu den Grenzwerten der Strecke II addiert, die Strecke III ergeben müßte, wobei dann für Strecke III der Grenzwert 37—61 entstände. Dieser stimmt mit dem gemessenen Grenzwert 39—57 mm fast genau überein, so daß auf diese Weise eine Art Kontrolle der gemessenen Werte möglich ist.

Was den Durchmesser der Kanülen betrifft, so müßte eine solche von mindestens 0,5 mm in 88% der Fälle möglich sein. Ob nicht die Wahl einer geringeren Stärke für den engen Knochenkanal, den die Kanüle anfangs zu passieren hat, und in dem die dort verlaufenden Nerven und Gefäße nicht diese Ausweihmöglichkeit besitzen, wie in einem freien Gewebe, hier angezeigt ist, müssen die Versuche an Leichen und Lebenden zeigen.

Noch einige Bemerkungen über die Form und den Rauminhalt der Fossa pter. pal., was für die Menge des einzuspritzenden Injektionsmaterials wichtig ist. Sie konnte nur vergleichsweise beobachtet werden und zeigte sich sehr verschieden. Die bei ungefähr 60% vorhandene Größe konnte schätzungsweise zwischen 1½ und 2 ccm betragen. In manchen Fällen ist der Hiatus sphenomaxillaris so klaffend und weit, daß die Fossa sich von der Seite her übersichtlich als eine flache Grube zeigte, wieder in anderen trat der Processus pter. so nahe und hoch an die Rückwand der Maxilla heran, daß nur ein feiner, linienförmiger Spalt von dem Hiatus bestehen bleibt. Zuviel Injektionsmasse in diese allseitig abgeschlossene Höhle zu bringen, könnte evtl. durch den starken Druck eine Schädigung des Ganglion sphenomaxillare und der übrigen Nerven herbeiführen. Trotzdem der Prozentsatz dieser Fälle verhältnismäßig klein ist und kaum über 5% beträgt, muß ihm jedoch immerhin Rechnung getragen werden. Meines Erachtens sollte in die Fossa nie mehr als 1 ccm Injektionsmaterial eingespritzt werden.

Wichtig ist die Führung der Nadel im Kanal. In sehr vielen Fällen wird eine eigenmächtige Führung der Kanüle durch die zwangsläufige Führung des Kanals ausgeschlossen sein, obwohl die Breitenmessung des Kanals in über der Hälfte aller Fälle gezeigt hat, daß eine Führung möglich und erforderlich ist, zum mindesten deren Beobachtung. Erforderlich ist sie schon aus dem Grunde, weil man aus der Richtung der eingeführten Kanüle ersehen kann, ob man evtl. lateral oder medial vom For. rot. sich befindet. Die normale Führung — auch dann, wenn die Weite des Kanals eine andere Führung erlaubt — ist immer die, die parallel zur Kronenachse der oberen Molaren erfolgt. Nur an dem mehr oder weniger spitzen

Winkel, den die eingeführte Kanüle mit der Molarenachse bildet, kann man erkennen, ob man sich nicht evtl. außerhalb der Fossa mit der Kanüle befindet oder der Injektionsstrahl zum mindesten aus der Höhle herausweist, falls die Spitze der Kanüle sich noch darin befinden sollte. Vielleicht läßt sich auf diese Weise ein Teil der Versager erklären, von denen Hubmann wie Adrion und Hoenig berichten. Praktisch mag die Anästhesierung des Nervus maxillaris auch trotz einer evtl. lateralen Abweichung der Kanüle noch insofern möglich sein, als bei der strikten Einhaltung von 2,5 bis 3 cm Tiefenführung der Kanüle, sie sich erst im Beginn der Abweichung befindet und das Depot teils nach der Fossa zu, teils nach der lateralen Lamelle des Processus pter. sich ausdehnen wird. Andererseits sollte man nicht vergessen, daß die Druckrichtung beim Injizieren in diesem Fall von der Fossa sphenopal. fortweist, während bei der extraoralen Methode die Druckrichtung nach der Fossa hinweist, was evtl. für die Wirkung der Anästhesie in Betracht zu ziehen ist.

Sollte bei dem Hochschieben der Sonde noch vor 3 cm Tiefe (ohne Schleimhautüberzug) ein Hindernis eintreten, so kann dies einmal an einer Art Knochenstufe an dem Processus pter. liegen, wie dies zweimal beobachtet wurde. In den meisten Fällen aber wird es, besonders höher hinauf, an der bereits vorher geschilderten Krümmung des Processus pter. und dessen Wulst liegen, der die Fossa in 2 Teile teilt. Es ist daher wichtig, den Winkel, den die Kanüle mit der Kronenrichtung der Molaren bildet, stets im Auge zu behalten. Bildet die Kanüle z. B. einen spitzen Winkel mit der Kronenrichtung der Molaren, d. h. hat man den Spritzenkörper nach der medialen Linie zu verlagert, dann ist ein Abweichen der Kanüle auf die laterale Lamelle des Processus pter. wahrscheinlich. Hat man die Kanüle parallel der Molarenreihe eingeführt oder in der Richtung nach den Molaren zu bewegt, und man stößt in 1,8 bis 2,3 cm auf ein Hindernis am Knochen, dann kann man annehmen, daß die Spitze der Kanüle auf den Wulst des Processus pter. aufstößt, von dem Recessus pter. herkommend. Es ist dann nötig, sie noch einmal zurückzuziehen und sie lateral von dem Wulst des Processus pter. herumzuführen.

Es ist also eine ganz genaue Kenntnis der anatomischen Grundlagen, vor allem ihrer mannigfaltigen Variationsmöglichkeiten in der Lage der Knochen zu einander bei dieser Methode nötig. Und um die bei der Injektion

evtl. auftretenden Schwierigkeiten zu überwinden, wird von dem Operateur ein großes Einfühlungsvermögen verlangt, welcher von den vielen Möglichkeiten er gegenübersteht.

Die Lage des For. pal. maius am mazerierten Schädel zeigte eine erfreuliche Stabilität gegenüber den anderen Beobachtungen. Es lag bei fast 70% der Fälle palatinal von der distalen Wurzel des letzten Molaren. Geringe Verschiebungen von 1—2 mm waren durch die Variation in der Größe des For. pal. gegeben. Die kurze Angabe Brauns, daß das For. sich über dem 3. Molaren befinde, wird von Bünte und Moral dahin erweitert, „daß es in allen Fällen nach der Mittellinie zu von der distalen Kante des letzten Zahnes der betreffenden Kieferseite gelegen ist; d. h. etwa bis zum 10. oder 11. Lebensjahr palatinal vom 1. Molaren und bis zum Erscheinen des Weisheitszahns palatinal vom 2. Molaren und dann palatinal von jenem." Er fährt dann weiter fort, daß „das For. fast immer ½ cm vom Ende des Processus alveolaris entfernt liegt. In denjenigen Fällen, in denen der 3. Molar nicht angelegt ist, liegt er palatinal vom 2." Hierzu möchte ich bemerken, daß die Beobachtung, die ich an älteren Schädeln gemacht habe, nur zu 70% mit den oben erwähnten Angaben übereinstimmen. In allen den Fällen nämlich, wo der 3. Molar nicht durchgebrochen, sondern retiniert ist, wo aber sein Vorhandensein im Kiefer doch ein Wachstum des Processus alveolaris bewirkt hat, liegt das For. nicht palatinal von der distalen Wurzel des 2. Molaren, sondern palatinal von der Stelle, wo die Wurzel des 3. Molaren sich befinden würde, wenn der Zahn in der Zahnreihe stände. Deshalb ist bei der Lagebestimmung des For. pal. außer auf die Zähne das Augenmerk auch auf das Ende des Processus alveolaris zu richten. Hört dieser sofort hinter dem 2. Molaren auf, dann muß auch das For. palatinal vom 2. Molaren zu suchen sein, da es nie hinter dem Ende des Processus alveolaris gelegen ist, sondern dieser sich stets 2 bis 5 mm weiter distal als das For. erstreckt. Ist andererseits der Weisheitszahn nicht durchgebrochen, erstreckt sich aber der Processus alveolaris noch 10 bis 15 mm hinter dem zweiten Molaren distalwärts, dann kann man mit ziemlicher Sicherheit das For. distal-pal. vom 2. Molaren suchen und die Einstichstelle müßte sich, trotzdem der 3. Molar nicht durchgebrochen ist, palatinal vom 2. Molaren befinden. Bei senilen Schädeln wäre das Abtasten der freien Kante des Processus horizontalis ossis

palatini zur Lagebestimmung des For. unbedingt erforderlich. Denn in dem Winkel, den Processus alveolaris und freie Kante des Processus horizontalis ossis pal. miteinander bilden, liegt das Foramen ungefähr 5—8 mm vom Scheitelpunkt dieses Winkels entfernt auf der Geraden, die den Winkel halbiert.

UNTERSUCHUNGEN AN LEICHEN.

Das Schädelmaterial, das zu den Versuchen zur Verfügung stand, erwies sich für den beabsichtigten Zweck nicht immer sehr geeignet. Außer zwei ganzen Schädeln standen mir noch sechs bereits oberflächlich präparierte Schädelhälften zur Verfügung, also im ganzen 10 Schädelhälften. Schon seit über einem Jahr teils in Formalin oder Alkohol liegend, waren die Gewebe sehr brüchig und voller Spalten. Da die mit chinesischer Tusche gefärbte Gelatinelösung verhältnismäßig heiß und leichtflüssig sein mußte, um durch die enge, lange Kanüle gepreßt werden zu können, da ferner der Kopf vorher angewärmt werden mußte, damit die in der Kanüle befindliche Gelatinelösung nicht zu schnell erstarrte und die Kanüle verstopfte, war ein Ansammeln der injizierten Flüssigkeit trotz günstigster Lagerung des Schädels in der Fossa unmöglich, denn sie floß sofort über den Hiatus sphenomaxillaris und die brüchigen Massen des Musculus pter. externus an die Oberfläche. Ein weiterer Uebelstand lag darin, daß die Schädel alle senilen Individuen angehörten und teils gar keine, teils nur einige kärgliche Zahnreste an der Front aufwiesen. Die starke Alveolarartrophie besonders in der Molarengegend erschwerte das Aufsuchen des For. pal. noch mehr. Durch die senilen Verhältnisse irregeführt, ist man geneigt, das For. zu weit nach dem Pharynx zu verlegen. So glaubte ich in dem ersten Fall, in dem Kanal zu sein, während die Kanüle bereits hinter dem Foramen durch das Palatum molle am Hamulus pter. hineinglitt in die Fossa infratemporalis, nahe dem Foramen ovale und For. spinosum! Im weiteren Verlauf konnte ich feststellen, daß die Einstichstelle für senile Schädel an der Leiche ungefähr 1½ cm vom hinteren freien Rand des pal. molle gelegen ist, ½ bis ¾ cm von dem höchsten Punkt des Alveolarkammes nach der Raphe zu. Die bei der Injektion verwandte Spritze war eine Rekordspritze mit einer Kanüle von 0,6 mm Durchmesser und 4—5 cm Länge. Der besseren Uebersicht halber begann ich die Spritze bereits im Kanal zu leeren und fuhr damit etappenweise fort bis zum Aufsitzen des Konus auf der palatinalen Schleimhaut. Bei der 24 Stun-

den später vorgenommenen Präparation von der Wange her zum Hiatus sphenomax. zeigte es sich, daß die einzigen übersichtlichen Nervenzweige, die sich von außen überblicken ließen, die Rami alveolares superiores posteriores und in wenigen Fällen ein Teil des Nervus infraorbitalis waren. Um eine bessere Beobachtung des gesamten gefärbten Fossainhalts zu ermöglichen, habe ich in 8 Fällen, nämlich allen denen, wo das Fehlen des Gehirns mir die Zerstörung des Schädels erlaubte, eine Durchsägung vorgenommen. Die Ebene dieser Durchsägung ging durch den hinteren Teil der Orbita und halbierte die Fossa wie den Canalis pter. pal. Die anatomischen Verhältnisse, die durch diese Schnittebene zu Tage traten, waren recht kompliziert, doch konnte man nun die Ausbreitung der Gelatinelösung deutlich nach allen Seiten verfolgen. Die Färbung des Nervus infraorbitalis wurde jedoch nicht nur von der Fossa, sondern auch von der Orbita aus beobachtet und dazu von hier aus die Knochenlamellen am Orbitalboden weggebrochen. Um den Umfang der Färbung am Stamm des Nervus maxillaris zu beobachten, wurde die über dem For. rot. sich wölbende Knochenspange mittels Meißel vorsichtig entfernt und der Nerv in seinem Verlauf unterhalb und längs der Dura mater bloßgelegt.

Wie gestaltete sich nun die Wirkung in der Fossa selbst? Nach einer 24stündigen Härtung in 8% Formalinlösung war das Ergebnis folgendermaßen: Der Inhalt der ganzen Fossa, Nerven wie Gefäße war vollkommen gefärbt. Der Stamm des Nervus maxillaris zeigte sich noch anderthalb Zentimeter kranialwärts hinter dem For. rot. gefärbt, wo der Nerv bereits eine Strecke unter der Dura mater entlangzieht, bevor er durch sie hindurch in die innere mittlere Schädelhöhle gelangt. Die Dura mater zeigte hier wieder dieselbe Indifferenz gegen Färbung außer an wenigen Stellen, wo der gefärbte Nervenstamm ihr breit aufgelegen hatte. Von seinen drei größeren Nervenästen zeigten sich alle drei gleichmäßig gefärbt. Am Nervus infraorbitalis erstreckte sich die Färbung in einigen Fällen 1 bis 1½ cm tief in den Sulcus infraorbitalis hinein. War durch eine besonders enge Fissura orbitalis inferior eine Diffusion nach der Orbita erschwert, so war doch der in der Fossa befindliche Teil des Nervs gefärbt. Auch die Rami nasales posterioris sup. ließen sich bis in die Schleimhaut der Nase hinein verfolgen. Ebenso zeigten die durch den Hiatus an der hinteren Tuberwand absteigenden Rami alv. sup. post. ausgiebige Färbung, die sich jedoch nicht bis zu deren Verschwin-

den im Knochen erstreckte, sondern bereits ungefähr 1 cm vorher aufhörte.

Außerhalb der Fossa war besonders die Färbung innerhalb der Orbita charakteristisch. Sie war in neun Fällen von zehn eingetreten. Bei einer Kanülenlänge von etwa 4—5 cm. Da die Kanüle einige mm, bevor sie auf das Dach der Orbita aufstieß, aufhörte, blieb die Lösung innerhalb der Orbita, spätere Nachprüfungen ergaben, daß bei größerer Länge der Kanüle in zwei Fällen ein Eindringen in die mittlere Schädelgrube durch die Fissura orbitalis sup. erfolgt wäre. In der Orbita zeigte sich in den meisten Fällen besonders die Stelle gefärbt, wo durch die Fissura orbitalis sup. der Nervus ophthalmicus, trochlearis und oculomotorius in die Orbita gelangt. Hier ist also die Orbita nur durch die Dura mater von der Schädelhöhle getrennt. Die Ausbreitung der Färbung war auf dem Boden der Orbita flächenförmig. Die flächenförmige Ausbreitung der Injektionsflüssigkeit in der Orbita erkläre ich mir daher, daß in jenem entlegenen Teil außer Nervenfasern hauptsächlich Fettgewebe sich befinden, während das an das Periost sich anlegende lockere und leicht färbbare Bindegewebe die Orbita flächenförmig auskleidet. Die eben erwähnten Nerven zeigten sich alle gefärbt bis zum Durchgang durch die Dura mater. Diese selbst und der dahinter wiedererscheinende Teil der Nerven blieb ungefärbt. Wie weit diese Erscheinung mit der Imprägnierung der derben Mater durch Formalin zusammenhängt und wie die Diffusion an der Dura mater sich am Lebenden gestaltet, läßt sich durch diese Versuche nicht bestimmen.

Von störenden Zwischenfällen sei besonders der eine erwähnt, wo die flüssige Gelatinelösung durch die Nares und aus dem Antrum heraustropfte, obwohl die im Kanal belassene Kanüle bei der späteren Sektion mit ihrer Spitze genau vor dem For. rot. lag. Während der Abflußweg durch die Nase nicht auffindbar war, und wohl durch Spalten des brüchigen Leichenmaterials dahin gelangt sein mag, zeigte sich die hintere Wand des Antrums mit der Schleimhaut an einer Stelle verletzt, wobei sich durch die intensivere Färbung an dieser Stelle auch das Einfließen der Lösung erklären ließ. Die hintere Wand des Antrums erwies sich bei diesem Individuum so papierdünn, das die durch den Kanal geführte Kanüle an der Stelle der stärksten Krümmung der Wand nach hinten diese eingedrückt hatte, ohne daß ein starker Druck beim Hochschieben der

Kanüle angewendet worden war. Diese Erscheinung ist bereits in dem anatomischen Teil der Arbeit erwähnt worden.

Der Weg der Kanüle durch den Knochen gestaltete sich bei den einzelnen Schädelhälften verschieden. In einem Fall zeigte sich in der ersten Hälfte des Kanals eine Stufe am Processus pter., die durch eine leichte Bewegung der Spritze zu umgehen war. In zwei Fällen bot der Canalis pter. pal. erhebliche Schwierigkeiten, indem an manchen Stellen ein Hängenbleiben der Kanüle infolge des gewundenen Kanals zu verzeichnen war, das erst durch einige Bewegungen der Kanüle resp. der Spritze, durch Vor- und Zurückziehen zu überwinden war. Ob dies an dem lebenden Patientenmaterial eine vorteilhafte Manipulation ist, bleibt sehr fraglich.

In einem anderen Fall war ein Abweichen der Kanüle auf die laterale Lamelle eingetreten. Da ich gewöhnlich beim Beginn des Einführens die Spritze zu entleeren begann, war eine Färbung des Fossainhalts eingetreten dergestalt, daß der Nervus infraorbitalis und die Rami alveolares superiores posteriores stark gefärbt waren, wenig dagegen die Nervi nasales superiores posteriores und der Stamm des Nervus maxillaris.

Besondere Beachtung wurde dem Zustand der in dem Kanal verlaufenden Gefäße in Bezug auf deren Integrität nach der Injektion gewidmet. Sie zeigten sich leider in sieben Fällen von 10 durchbohrt, in zwei Fällen sogar an mehreren Stellen. Eine Erklärung findet diese Erscheinung wohl darin, daß die brüchigen, ungefüllten Gefäße ihre Elastizität verloren haben und so der eindringenden Nadel nicht mehr auswichen. Die in einem Fall eingeführte Flüssigkeitsmenge von 1 ccm erwies sich als vollkommen ausreichend für die Anästhesierung des gesamten Fossainhaltes, also sämtlicher von dort abführenden Zweige des Nervus maxillaris. Beobachtungen über die Parallelführung der Kanüle mit der Kronenrichtung der Molaren waren durch das Fehlen der letzteren leider ausgeschlossen.

Die Höhe der Schleimhaut betrug in den zehn zur Beobachtung kommenden Fällen direkt über dem trichterförmigen Eingang des For. pal. maius 5 bis 6 mm, bei schrägem Durchgang 10—12 mm. Eine nähere Bestimmung über die Dicke der palatinalen Schleimhaut über dem For. pal. maius muß ich leider anderen überlassen, da die sezierten Leichen durchweg stark senilen Individuen angehörten und Beobachtungen an Lebenden mir bisher nicht möglich waren.

Die Erfolge der Leitungsanästhesie im Unterkiefer, die durch ihre Bequemlichkeit, sichere Wirkung und verhältnismäßige Gefahrlosigkeit für den Patienten sich auszeichnet, hat das Suchen nach einem entsprechenden Aequivalent im Oberkiefer gezeitigt, obwohl hier die Bedingungen für eine lokale Anästhesie viel günstiger sind als am Unterkiefer. Die extraorale Methode der Leitungsanästhesie im Oberkiefer erfreut sich bei Patienten wie bei Zahnärzten weniger Beliebtheit und wird wohl im allgemeinen nur in Kliniken und auch hier nur bei größeren Operationen angewandt. Auch die intraorale Methode mit dem bajonettförmigen Ansatzstück hat bestimmte Schwierigkeiten. Einmal liegt die Einstichstelle für das Auge sehr versteckt, ferner ist durch die Nähe des Ductus sthenonianus und der dadurch bedingten Gefahr des Ueberschwemmens mit Speichel keine vollkommene Sterilisation der Einstichstelle möglich. Vor allem aber ist es bei dem bajonettförmigen Ansatzstück der Spritze unmöglich, eine sichere Vorstellung von dem Ort zu haben, an dem die Spitze der Kanüle sich befindet. Aus diesem Grunde mag man anfänglich diesen neuen Weg begrüßt haben, der an den gut und symmetrisch ausgebildeten Demonstrationsschädeln zeigte, daß man durch ihn mit der Sonde direkt vor dem For. rot. landete.

Die in dieser Arbeit niedergelegten Untersuchungen haben nun gezeigt, daß dies wohl in einer großen Anzahl von Fällen, also etwas über 50% zutrifft, daß aber soviel Abweichungen und Variationsmöglichkeiten von der Norm auftreten, die in der Vielgestaltigkeit und anatomischen Kompliziertheit des Weges liegen, und daß diese die Möglichkeit einer Stammanästhesie auf diesem Wege unmöglich machen können. Vor allem wird durch die Nähe lebenswichtiger Organe wie Orbitas, Dura mater und Gehirn diese Injektionsmethode nie jene alltägliche Bedeutung, wie sie die Leitungsanästhesie im Unterkiefer darstellt, gewinnen können. Sie wird also in vieler Hinsicht die Ultima ratio sein, und auch für einige Fälle die basale Injektion von der Wange aus nicht verdrängen können.

Noch einige Worte an dieser Stelle über die Ausdrücke „Stamm- und Leitungsanästhesie". Hubmann definierte in einer seiner letzten Veröffentlichung die beiden Ausdrücke dahingehend, daß unter Stammanästhesie die Anästhesie des Nervs an seiner Austrittsstelle aus dem Schädel zu verstehen sei. Leitungsanästhesie dagegen die Anästhesie des Verlaufs des Nerven

bis zu seiner Auflösung in die Endverzweigungen. Mit anderen Worten ist die Stammanästhesie für das Trigeminusgebiet dann den basalen Injektionsmethoden gleichzusetzen. Da Hubmann nun aber die Bedeutung der Leitungsanästhesie im Oberkiefer durch das For. pal. maius derjenigen im Unterkiefer in der Indikationsstellung und Wirkung gleichsetzen möchte, kann man schon vom rein theoretischen Standpunkt aus die Unmöglichkeit der Gleichsetzung dieser beiden Injektionsarten beweisen. Der Nervus alveolaris inferior durchläuft vom For. ovale bis zum For. mandibulare eine Strecke von mehreren cm. Der Nervus maxillaris besteht als solcher nach seinem Austritt aus dem For. rot. nur einige mm, d. h. bis zur Mitte der mitunter recht schmalen Fossa sphenopalatina. Selbst wenn es einwandfrei gelänge — was die Schädelmessungen und Leichenuntersuchungen nicht bestätigt haben — diese Stelle des Nervs bei allen Individuen zu treffen, würde durch die Ausbreitung des Depots am Lebenden aus der Leitungsanästhesie stets eine Stammanästhesie. Und es ist gewiß noch niemandem eingefallen, für einfache Extraktionen im Unterkiefer die basale Injektion am For. ovale zu empfehlen.

Um die verschiedenen Möglichkeiten der Gefahr für den Patienten und des Mißlingens der Leitungsanästhesie zusammenzufassen, sei noch einmal wiederholt:

Von 360 untersuchten Schädeln waren 12% für die Ausübung der Leitungsanästhesie insofern unmöglich, als die betreffende Weite des Weges für praktisch brauchbare Kanülen unzugänglich ist. Weitere 18% standen an der Grenze der Durchgängigkeit, d. h. die Einführung einer Kanüle in den Kanal hat notwendig eine Quetschung des Kanalinhalts zur Folge. Eine weitere Schwierigkeit bereiten dem Operateur die ineinander übergehenden Maße der Strecken For. pal. maj.—For. rot. und For. pal.—Orbitaldach. Die Fälle, in denen die Kanüle durch die untere vorspringende Kante der Facies orbitalis ossis sphenoidalis, also die laterale Begrenzung der Fissura orbitalis inferior, in ihrem Weg aufgehalten wird, oder wo die Richtung des Kanals zu weit medial geht, so daß die Sonde am Processus pter. hängen bleibt, ist prozentual zu selten, als daß man auf diesen Glücksfall rechnen dürfte. Ferner besagt der weite Grenzwert zwischen 27—41 mm für Strecke II doch nichts anderes, als daß die Entfernung zwischen For. pal. und For. rot. individuell derartig schwankt, daß man von dem Versuch, bei der Anästhesierung die Spitze der Injektionsnadel vor

das For. rot. bringen zu können, absehen muß. Den bisher von Hofer wie von Hoenig und Adrion errechneten Durchschnittswert für die Entfernung For. pal.—For. rot. halte ich in diesem Fall für ganz unzweckmäßig, da er nur auf einen Teil der Fälle anwendbar ist, was man außerdem vorher nicht übersehen kann. Es ist vielmehr nötig, eine geringere Strecke zu wählen und den Erfolg der Anästhesie von der Art der Ausbreitung des Depots am Lebenden zu erwarten.

Der Endpunkt dieser Strecke muß so gelegen sein, daß er entweder bei den Fällen geringerer Entfernung vor das For. rot. zu liegen kommt, und bei den Fällen mittlerer oder größter Länge der Strecke For. pal.—For. rot. durch die Ausbreitung des Injektionsdepots am Lebenden eine Anästhesierung des Nervus maxillaris oder seiner Aeste auf indirektem Wege erzielt wird. Die Richtung des Kanals, die mehr oder weniger direkt auf das For. rot. weist, zeigt sich diesem Bestreben günstig. Diese indirekte Anästhesierung kann aber nur durch einen stärkeren Druck bei der Injektion erreicht werden. Schon aus diesem Grunde ist für diese Methode bei dem ausschließlich aus Nerven und Gefäßen bestehenden Inhalt — ich erinnere besonders an das zarte, in der Mitte der Fossa befindliche Ganglion sphenopalatinum — nur eine sehr beschränkte Indikationsstellung geboten.

Nach den bereits oben angestellten Betrachtungen ergibt sich eine Tiefenführung der Kanüle am mazerierten Schädel von 2,5 bis 3 cm. Wenn man auch in vielen Fällen eine Diffusion der Lösung in die Orbita nicht wird verhindern können, ist doch wenigstens die Möglichkeit ausgeschlossen, daß man unter Umständen den rückwärtigen Augenhöhleninhalt anästhesiert hat, statt des Nervus maxillaris.

Wichtig für die Ausführung der Anästhesie ist ferner die Kanülenführung oder zum mindesten deren Beobachtung. Die normale und meist auch die durch die Richtung des Canalis pter. pal. gegebene ist die parallel der Kronenachse der oberen Molaren. Ein zu starkes Abweichen der Spritze nach der medialen Linie zu bedingt unter Umständen das Herausgleiten der Kanüle aus der Fossa sphenopal. auf die laterale Lamelle des Processus pter., oder zum mindestens eine stärkere Verlagerung des Depots nach lateral, was die Wirkung der Anästhesie evtl. beeinträchtigen kann.

Bei der Bestimmung der Lage des For. pal. maj. ist außer der von Bünte und Moral angegebenen Orientie-

rung nach den Zähnen auch die Beobachtung der Länge des hinter dem letzten Zahn sich erstreckenden Alveolarfortsatzes geboten.

LITERATUR.

ADRION und HOENIG: Die Stammanästhesie des Nervus maxillaris. (D. M. f. Z. 1925, Heft 10.)

BRAUN: Ueber die Lokalanästhesie im Trigeminusgebiet. (D. med. Wochenschr. 1911.)

BUENTE und MORAL: Die Leitungsanästhesie im Ober- und Unterkiefer.

CARREA: Stammanästhesie am Nervus maxillaris durch den Canalis pter. (La Odontologia 1921.)

FISCHER, G.: Lokale Anästhesie. 1914.

— Die örtliche Betäubung 1925.

HOFER: Die Punktion des II. Trigeminusstammes vom Gaumen aus. (Z. f. Stomatologie, 1922, Heft 6.)

HUBMANN: Die Leitungsanästhesie am Nervus maxillaris durch das Foramen pal. maius. (Z. R. 1924, Heft 8.)

— dasselbe. (Z. R. 1924, Heft 47.)

— dasselbe. (Z. R. 1925, Heft 9.)

KANTOROWICZ: Die extraorale Leitungsanästhesie. (D. M f. Z. 1915, Heft 3 und 8.)

MORAL: Ueber die Lage des Anästhesiedepots. (Erg. d. ges. Zahnheilkunde 1914.)

LOOS: Zur Topographie der Injektion auf den Nervus alveolaris inf. (D. M. f. Z. 1913, Heft 9.)

RATTEL: Die Leitungsanästhesie am Nervus maxillaris. (D. M. f. Z. 1916, Heft 7.)

SEIDEL: Die Mandibularanästhesie. (Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. Heft 28.)

SICHER: Anatomie und Technik der Leitungsanästhesie. Berlin 1925.

WILLIGER: Zahnärztliche Chirurgie. 1910.

Sonderdruck aus der Deutschen Zahnärztlichen Wochenschrift aus Nr. 26 vom 31. Dezember 1925.

Druck: HANS PUSCH,
Berlin SW 48, Friedrichstr. 231.